TITRES

ET

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DU

DOCTEUR T. MARIE

Docteur ès-ciences,
Chargé de Cours de Physique médicale et pharmaceutique
à l'Université de Toulouse.



TOULOUSE
IMPRIMERE MARQUÉS & Cie, BOULEVARD DE STRASBOURG, 22.

1902

TITRES ET FONCTIONS

Pharmacien de 1re classe, Paris, 1888.
Docteur en Médecine, Toulouse, 1893.
Docteur ès-sciences physiques, Paris, 1895.

Lauréat de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, médaille de bronze, 1886.
Lauréat de l'Institut (Académie des sciences de Paris).
Prix Monthyon de Médecine et de Chirurgie, 1897.

Maître d'études au Collège de Montbéliard, 1878-1880.
Boursier à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, 1884-1885.
Préparateur de Travaux pratiques à la même école, 1886-1887.
Maître suppléant et Professeur au Collège Sainte-Barbe, 1885-1890.
Professeur suppléant à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Toulouse, novembre 1890.
Chargé des fonctions d'agrégé de Chimie à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse, 1891 à 1895.
Chef de travaux pratiques, 1891-1894.

Chargé du Cours de Physique pharmaceutique
à la même Faculté, 1894-1898.
Chargé du Cours de Physique médicale, 1895-1898.
Chargé de Cours de Physique médicale et pharmaceutique
depuis 1898.

Membre correspondant de la Société de Physique de Paris.
Membre de l'Académie des Sciences, Inscriptions
et Belles-Lettres de Toulouse.
Membre correspondant de la Société de Médecine
de Toulouse.
Membre honoraire de la Société Anatomo-Clinique
de Toulouse.
Membre honoraire de la Société de Pharmacie
du Sud-Ouest.

ENSEIGNEMENT

Leçons de Physique et Chimie au Collège Sainte-Barbe,
1885 à 1890.

A la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

Conférences de Chimie, 1891 à 1894.
Travaux pratiques de Chimie, 1891-1894.
Cours de Physique pharmaceutique, 1894 à 1899[1].
Cours de Physique médicale, 1895 à 1902.
(Enseignements physiologique et clinique).

(1) Nota. — Le cours de Physique pharmaceutique est fait actuellement par M. Cluzet, agrégé de physique, et depuis 1899 je me suis consacré plus spécialement à l'organisation et au fonctionnement de l'enseignement médical récemment créé.

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

PHYSIQUE BIOLOGIQUE ET PHYSIQUE GÉNÉRALE

I. — Recherches sur le pouvoir rotatoire de la caséine du lait de femme et du lait de vache en solutions salines neutres. (Brochure de 68 pages, Toulouse, 1893, Marquès, imprimeur).

Les matières albuminoïdes analogues à la caséine et la caséine elle-même ont été l'objet dans ces dernières années de nombreux et importants travaux. Les propriétés chimiques des caséines, extraites des différents laits, et de leurs produits de transformation ont été longuement étudiées. Cependant, l'accord entre les différents expérimentateurs est loin d'être complet et l'existence de ce produit en tant qu'espèce chimique n'est pas admise par tout le monde. Sa formule est encore moins certaine. Il était donc important de compléter l'étude chimique de la caséine par celle de ses propriétés physiques. A ce dernier point de vue, les documents sont loin d'être aussi abondants. Il est vrai que l'état physique de la caséine rend ces déterminations particulièrement difficiles et pénibles. Parmi les propriétés physiques, la plus caractéristique, la plus facile à déterminer est le pouvoir rotatoire, et il est surprenant que l'étude de cette propriété ait été si complètement négligée par les auteurs. Les quelques déterminations polarimétriques de la caséine, déjà anciennes, ont porté sur des dissolutions dans les acides et les alcalis, c'est-à-dire sur des combinaisons à pouvoirs rotatoires nécessairement

différents de celui de la substance isolée. Le pouvoir rotatoire des produits de transformation de la caséine n'a pas été étudié. Nous savons maintenant, grâce à des découvertes récentes, que la caséine et ses produits de transformation (caséogène, caséum) sont solubles dans certaines solutions salines neutres. Il était permis de penser que le pouvoir rotatoire de la substance ainsi dissoute devait être peu modifiée par le dissolvant, moins dans tous les cas que dans les solutions alcalines ou acides et que, par conséquent, les résultats obtenus se rapprocheraient beaucoup plus de la réalité que ceux qui avaient déjà été publiés. Ce sont ces diverses considérations qui m'ont décidé à entreprendre l'étude méthodique des pouvoirs rotatoires de la caséine et de ses produits de transformation en solutions salines neutres. Il est presque inutile d'insister sur l'importance de la caséine au point de vue médical. Il suffit de rappeler qu'elle représente la substance la plus importante du lait, celle qui caractérise pour ainsi dire chaque espèce de lait.

Parmi les sels neutres, j'ai choisi le fluorure de sodium qui dissout la caséine et ses dérivés lentement à 0°, assez rapidement à 40°, en quelques minutes à 100° et dont les solutions présentent l'énorme avantage de pouvoir être conservées indéfiniment sans putréfaction, ce qui facilite beaucoup leur étude, Les propriétés de ces solutions sont les mêmes quelles que soient la substance dissoute, la méthode de préparation de cette substance et la température à laquelle s'est faite la dissolution. Ce sont des liqueurs d'apparence laiteuse ou simplement opalescente qu'on peut toujours, par des filtrations répétées, rendre suffisamment transparentes pour l'examen polarimétrique.

Dosage de la caséine.— J'ai dû établir d'abord un procédé exact de dosage de la caséine, car les méthodes employées pour le lait ne produisaient que des précipitations incomplètes de la caséine dans les solutions salines neutres. J'y

suis arrivé en complétant l'action de l'acide acétique par celle de l'acide phénique qui précipite complètement la caséine sans présenter l'inconvénient du premier acide de redissoudre une partie du précipité lorsqu'il est ajouté en excès. Les nombreuses expériences que j'ai dû faire à ce sujet m'ont permis d'arriver aux conclusions suivantes :

1° L'acide acétique et l'acide phénique, employés seuls, sont insuffisants pour précipiter la caséine d'une manière complète ;

2° Les actions combinées des deux acides peuvent, au contraire, produire une précipitation totale ;

3° Lorsqu'on a soin de laisser le précipité se déposer pendant deux heures, la filtration est très rapide et la liqueur filtrée entièrement débarrassée de matières albuminoïdes ;

4° Ces conclusions s'appliquent au caséogène, au caséum et à toutes les solutions salines de ces matières.

En possession d'une excellente méthode de dosage, j'ai pu alors entreprendre l'étude du pouvoir rotatoire de la caséine du lait de vache et de ses produits de transformation.

Pouvoirs rotatoires de la caséine du lait de vache et de ses dérivés, le caséogène et le caséum.

a) Caséine. — Il n'est pas possible d'entrer dans le détail des nombreuses expériences que j'ai dû faire pour établir d'une manière certaine que le pouvoir rotatoire de la caséine était une quantité parfaitement constante qui pouvait servir à caractériser cette matière albuminoïde. Je me contenterai de dire que j'ai étudié successivement les influences :

1° *Du procédé de préparation.* — Pour cela, j'ai préparé de la caséine par des procédés très différents et en particuliers par les deux suivants : le sulfate de magnésium employé en excès et le carbonate de sodium et l'acide acétique ;

2° *Du temps et de la température ;*

3° *De la concentration de la dissolution saline.*

Ces expériences, faites dans des conditions très variées, m'ont amené aux conclusions suivantes :

Le pouvoir rotatoire de la caséine est indépendant :

Du procédé de préparation ;

Du temps et de la température ;

De la quantité de sel et de la dilution.

Il est égal à $(\alpha)_D = -87°$.

Ce pouvoir rotatoire est donc constant et peut servir à différencier la caséine des autres matières albuminoïdes.

b) Caséogène. — Il a été obtenu en précipitant d'abord les sels de calcium du lait par l'oxalate de potassium et faisant agir ensuite la présure. Le caséogène était séparé du liquide par l'action de la chaleur et dissous dans le fluorure de sodium.

Le pouvoir rotatoire obtenu est $(\alpha)_D = -76°5$, très différent de celui de la caséine. On peut en déduire que celle-ci a subi une transformation sous l'influence de la présure.

c) Caséum. — *Caséum ordinaire.* — Coagulum obtenu par l'action directe de la présure sur le lait de vache. Le précipité obtenu, lavé avec soin, est dissous dans le fluorure de sodium.

Le pouvoir rotatoire obtenu est $(\alpha)_D = -76°5$, identique à celui du caséogéne. Ce résultat confirme l'opinion d'Hammarsten que le caséum est une combinaison de caséogène et de sel de calcium.

Caséum rétracté en milieu acide. — Du lait ayant subi l'action de la présure est abandonné à l'étuve pendant vingt-quatre heures. Le caséum se rétracte énergiquement dans la liqueur devenue acide et prend un aspect physique tout à fait différent de celui du caséum ordinaire. Malgré cela, son pouvoir rotatoire reste sensiblement le même que celui du caséogène et du caséum ordinaire. Le caséogène représente donc un terme stable du dédoublement de la caséine sous l'influence du ferment de la présure.

Pouvoir rotatoire de la caséine du lait de femme.

Les chimistes qui ont étudié la caséine du lait de femme sont arrivés à des résultats très différents. Pour les uns la caséine du lait de femme est identique à celle du lait de vache, pour les autres les deux produits sont tout à fait différents. Certains même prétendent que le lait de femme ne contient pas de caséine. Il n'était donc pas inutile de rechercher si l'étude du pouvoir rotatoire rendrait cette comparaison des deux produits plus précise dans un sens ou dans l'autre.

La préparation de la caséine du lait de femme a été beaucoup plus pénible que celle de la caséine du lait de vache. Il en a été de même pour sa dissolution dans le fluorure de sodium. Le pouvoir rotatoire obtenu dans trois expériences faites avec trois solutions de fluorure de concentration différente a été en moyenne :

$$(\alpha)_D = -45^\circ$$

chiffre très différent de celui de la caséine du lait de vache.

Cette détermination physique vient donc confirmer cette opinion, que la caséine du lait de femme est un produit différent de celle du lait de vache. Les différences entre le lait de femme et le lait de vache ne consistent pas seulement dans des différences de quantités de substance qu'on pourrait facilement corriger, mais aussi de nature de

caséine. Comme cette substance est la plus importante de toutes celles que contient le lait, surtout pour l'alimentation des enfants, il en résulte qu'on ne peut pas espérer remplacer d'une manière parfaite le lait de femme par le lait de vache, dont les éléments ont été ramenés aux mêmes proportions centésimales que dans le lait de femme (lait maternisé).

II. — Mesure des densités et indices de réfraction des acides palmatique, cérotique et bromocérotique.

La mesure des indices de réfraction des acides cérotique et de ses dérivés présentait des difficultés particulières. A l'état solide, ce sont des poudres cristallines formées d'aiguilles microscopiques observables seulement à un assez fort grossissement. Cette structure cristalline se retrouve quel que soit le procédé de préparation et rendait impossible toute détermination de l'indice de réfraction à l'état solide. D'autre part, ces corps fondent généralement de 70 à 100° et quelques-uns même au-dessus de 200°. Il ne m'était pas possible d'établir un matériel permettant de faire des déterminations exactes à ces températures élevées et, d'ailleurs, je n'avais aucun moyen de vérifier que la loi de proportionnalité entre l'indice de réfraction et la température se conserverait avec une exactitude suffisante.

Pour toutes ces raisons, j'ai préféré faire ces mesures en dissolvant préalablement la substance dans un liquide neutre approprié , mais les difficultés étaient encore grandes. En effet, tous ces corps ont des poids moléculaires très élevés, au minimum 382 pour la série cérotique. La solubilité est nulle dans l'eau à la température ordinaire, très faible dans l'alcool, la benzine et les autres dissolvants organiques. L'éther seul en dissout quelques-uns d'une manière suffisante. C'est dans ce dernier liquide que j'ai dû opérer.

Pour faire cette détermination, je me suis basé sur la formule de Gladstone

$$\frac{n-1}{d} = C^{te}$$

n indice de réfraction
d densité

dont l'exactitude a été reconnue suffisante par de nombreux expérimentateurs. Cette quantité $\frac{n-1}{d}$ est appelée énergie réfractive.

Les idées théoriques qui conduisent à admettre *a priori* la loi de Gladstone, conduisent aussi à admettre qu'une simple règle de proportion doit donner l'énergie réfractive d'un mélange de plusieurs corps transparents. On a

$$P\frac{N-1}{D} = p\frac{n-1}{d} + p'\frac{n'-1}{d'} + p''\frac{n''-1}{d''} + \dots\dots\dots\dots$$

et pour le cas particulier d'une dissolution d'acide gras dans l'éther

$$P\frac{N-1}{D} \quad = \quad p\frac{n-1}{d} \quad + \quad p'\frac{n'-1}{d'}$$

Energie réfractive de la dissolution — Ether — Corps dissous

Cette relation permet de calculer une quantité quelconque, par exemple l'indice de réfraction du corps dissous lorsqu'on connaît toutes les autres. Son exactitude avait été vérifiée pour les mélanges gazeux par Dulong, Biot et Arago ; par Welner, Landolt, Damien pour les dissolutions de deux liquides ou d'un solide dans un liquide. Dans ce dernier cas, l'exactitude est d'autant plus grande que la dissolution est plus étendue. Elle disparait lorsqu'il y a combinaison entre les corps composants. Il était donc nécessaire de vérifier l'exactitude de cette loi pour la dissolution des corps gras dans l'éther.

Vérification de la formule précédente. — J'ai fait cette vérification avec l'acide palmitique qui se prête mieux que l'acide cérotique à la préparation de dissolutions de concentration très différente.

Température : 21°5

Solution à 1/8	Solution à 1/10	Solution à 1/13	Solution à 1/20	Solution à 1/30
$\frac{n-1}{d}=0{,}510$	$\frac{n-1}{d}=0{,}5098$	$\frac{n-1}{d}=0{,}514$	$\frac{n-1}{d}=0{,}5138$	$\frac{n-1}{d}=0{,}5134$
$n=1{,}4778$	$n=1{,}4777$	$n=1{,}4816$	$n=1{,}4814$	$n=1{,}4810$

Les trois derniers chiffres sont d'une concordance remarquable et d'autant plus démonstrative, qu'elle correspond précisément à des dissolutions dont la concentration est analogue à celle des dissolutions d'acide cérotique dans l'éther. Les indices de réfraction tirées de l'examen des deux premières dissolutions sont très concordants entre eux, mais un peu plus faibles que ceux des trois autres. Cette légère différence est, d'ailleurs, expliquée par ce fait que, dans ces deux expériences, la température qui, au début, était bien de 21°5, s'était élevée à 22°5 à la fin, ce qui entraînait une erreur par défaut à peu prés de même valeur que la différence moyenne 0,0036 entre les deux premières et les trois dernières expériences. On peut donc conclure que la formule générale donnée plus haut est parfaitement applicable à la mesure des indices de réfraction des acides gras supérieurs.

Mesure des densités et des indices de réfraction des acides cérotique et bromocérotique.

En me servant de la formule

$P\frac{N-1}{D} = p\frac{n-1}{d} + p'\frac{n'-1}{d'}$ et déterminations successivement :

P le poids de la dissolution employée,

N son indice de réfraction,

D sa densité,

p' le poids de l'éther contenu dans cette dissolution,

n' et d' l'indice et la densité de l'éther déjà connus mais vérifiés dans les conditions expérimentales employées,

p le poids du corps dissous,

d sa densité,

j'ai obtenu :

pour l'acide cérotique	pour l'acide bromocérotique
$\frac{n-1}{d} = 0{,}539$	$\frac{n-1}{d} = 0{,}483$
$n = 1{,}516$	$n = 1{,}5378$
pour $d = 0{,}958$ à 20°5.	pour $d = 1{,}1138$ à 20°.

Comme dérivé de l'acide cérotique, je n'ai étudié encore que l'acide bromocérotique, mais ces recherches seront poursuivies, car il serait intéressant de savoir comment varie le pouvoir réfringent avec la fonction chimique.

III. — Variation du pouvoir réfringent spécifique et du pouvoir réfringent moléculaire dans la série des acides gras.

Il était intéressant de comparer les densités et indices de réfraction obtenus pour les acides palmatique et cérotique à ceux déjà connus pour les acides gras inférieurs et de voir comment variaient les propriétés physiques et, en particulier, les pouvoirs réfringents spécifique et moléculaire dans toute l'étendue de la série des acides gras. Les recherches faites jusqu'ici ne permettaient pas de dépasser l'acide caproïque $C^6H^{12}O^2$ dans cette comparaison, et par conséquent ne permettaient pas une généralisation suffisante.

ACIDES	DENSITÉS à 20°	INDICES de réfraction	POUVOIR réfringent spécifique $\frac{n-1}{d\frac{20}{4}}$	DIFFÉRENCES d'un acide au suivant.	POUVOIR réfringent moléculaire $\frac{n-1}{d}M$	DIFFÉRENCES d'un acide au suivant.
Formique CH^2O^2...	1,2188	1.3714	0,305		14,03	
				0,049		7,23
Acétique $C^2H^4O^2$...	1,05	1,372	0,354		21,24	
				0,035		7,54
Propionique $C^3H^6O^2$.	0,994	1,387	0,389		28,78	
				0,025		7,65
Butyrique $C^4H^8O^2$..	0,959	1,398	0,414		36,43	
				$\frac{0,031}{2}=0,0155$		$\frac{15,19}{2}=7,6$
Caproïque $C^6H^{12}O^2$.	0,929	1,414	0,445		51,62	
				$\frac{0,069}{10}=0,0069$		$\frac{79,96}{10}=7,9$
Palmatique $C^{16}H^{32}O^2$	0,937	1,481	0,514		131,58	
				$\frac{0,025}{9}=0,0029$		$\frac{74,30}{9}=8,2$
Cérotique $C^{27}H^{54}O^2$.	0,958	1,516	0,539		216,98	

Les chiffres concernant les acides gras inférieurs ont été tirés de Landolt et Bernstein.

La comparaison des pouvoirs réfringents spécifiques de chaque corps gras montre que la différence des valeurs de $\frac{n-1}{d}$ va en diminuant régulièrement du premier terme jusqu'au dernier.

Cette diminution est compensée par l'augmentation du poids moléculaire, et il en résulte que la différence du pouvoir réfringent moléculaire d'un terme de la série au suivant est sensiblement constante.

Les recherches expérimentales contenues dans les deux notes précédentes ont été faites dans le laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne, et présentées devant la Faculté des sciences de Paris, comme thèse de physique pour le doctorat ès-sciences.

IV. — **Stéréoscopie de Précision.** (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*. Paris, 22 mars 1897 ; *Archives de physiologie*, page 686, 1897).

Dans cette longue note technique, qui a servi de base à toutes nos études de radiographie stéréoscopique, nous avons établi de la manière la plus précise les conditions d'obtention et d'examen des épreuves stéréoscopiques qui permettent, lors de l'examen au stéréoscope, d'obtenir un objet reconstitué exactement semblable comme forme et rapports de dimension à l'objet réel photographié ou radiographié. Nous avons examiné d'abord le cas général d'un objet quelconque photographié ou radiographié avec un écartement variable, puis le cas particulier d'une reconstitution en grandeur naturelle qui exige un écartement égal à la distance moyenne qui sépare les deux yeux. La formule générale

$$\Delta \text{ max.} = \frac{D\,(D+P)}{50\,P}$$

que nous avons établie est applicable à tous les cas. Elle a été d'ailleurs vérifiée expérimentalement, et cette vérification confirme avec la plus grande netteté les idées théoriques d'où nous étions partis.

V. — **Sur la superposition des deux couples stéroscopiques.** (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 8 août 1898).

Cette note est une étude technique faite en vue de trouver une méthode de mesure des distances en stéréoscopie. Cette première solution du problème était satisfaisante quoique encore complexe. Je n'y insiste pas, car elle a été abandonnée en faveur de la suivante beaucoup plus simple.

VI. — **Mesure des profondeurs en stéréoscopie.** (*Comptes-Rendus Académie des Sciences*, août 1899; *Archives d'électricité médicale*, novembre 1899).

En suivant les règles données dans la brochure « *Stéréoscopie de précision* » pour l'obtention et l'examen des perspectives accouplées, on obtient un objet reconstitué qui est exactement semblable comme forme et rapports de dimensions à l'objet réel. On peut donc apprécier avec exactitude les distances qui séparent les divers plans. L'exactitude de cette appréciation est d'autant plus grande que les differences de profondeur sont elles-mémes plus faibles, et lorsque les distances deviennent relativement grandes, l'évaluation peut devenir insuffisante. D'autre part, l'exactitude varie avec l'expérience de chaque observateur, et la critique d'évaluations de distance basées sur une simple appréciation est toujours possible.

Ces considérations nous ont amené à rechercher la possibilité de mesures en stéréoscopie. La brochure précédente contient une première solution du problème basée sur la superposition de deux couples stéréoscopiques, l'un de ces couples étant constitué par un réseau représentant l'appareil de mesure.

Cette solution, intéressante au point de vue théorique puisque c'est la première fois à notre connaissance qu'on réalisait des mesures en stéréoscopie, avait l'inconvénient d'étre d'une application délicate. La méthode décrite dans la brochure actuelle est au contraire d'une application extrémement facile, bien qu'elle soit basée sur le méme principe.

L'appareil qui sert à faire ces déterminations a été appelé stéréomètre. Il se compose simplement d'un cadre métallique, sur lequel glissent deux potences en équerre qui portent chacune un fil noir dont les directions restent toujours

parallèles quand on les rapproche ou quand on les éloigne l'une de l'autre. Un côté du cadre est divisé en millimètres et chaque potence présente un vernier permettant de connaître à 1/20 de millimètres près la distance qui sépare les deux fils entre eux.

Pour connaître la distance en profondeur de deux points de l'objet examiné au stéréoscope, on déplacera les fils réels de manière à faire coïncider successivement avec les deux points la ligne virtuelle à laquelle ils donnent naissance. La valeur de l'intervalle qui sépare les fils réels dans ces deux positions de la ligne virtuelle permet de calculer la différence de profondeur des points examinés en se servant de la formule que contient le mémoire.

Il suffit donc pour déterminer la distance en profondeur de deux points quelconques de l'objet, de faire deux lectures sur une règle graduée, car les autres quantités ont été déterminées une fois pour toutes au moment de l'obtention des épreuves stéréoscopiques.

Lorsqu'on connaît ainsi la distance verticale des deux points de l'objet, il est facile de déterminer leur distance horizontale connaissant l'écartement de leurs perspectives sur une épreuve et la distance des points de vue.

Cette méthode a été soumise à des vérifications expérimentales et la concordance entre la théorie et l'expérience dépasse le demi-millimètre.

VII. — **Nouvelles recherches sur les mesures de distance en stéréoscopie.** (*Archives d'électricité médicale*, 15 juillet 1900).

La méthode de mesures décrite dans la brochure précédente était aussi simple que précise. Cependant elle était encore incomplète, car elle ne donnait que les distances qui séparaient les divers points de l'objet examiné au stéréoscope ou, si l'ont veut, les distances qui séparaient les divers plans de front de l'objet c'est-à-dire une seule coor-

donnée. En admettant que l'objet fut parfaitement repéré par rapport au plan des épreuves, ce qui était facile, on connaissait donc simplement la position dans l'espace du plan de front contenant chaque point considéré et non la position de ce point.

Il est vrai qu'on pouvait dans ce plan apprécier les distances qui le séparaient des autres points visibles de l'objet. Les raisons qui nous avaient amené à chercher la possibilité de mesures en stéréoscopie nous ont amené à rechercher la possibilité de mesures dans ce plan de front afin de supprimer l'indécision qui résulte toujours d'une appréciation visuelle.

Dans cet article, j'ai montré comment on peut faire des mesures dans un plan de front, la connaissance des deux nouvelles coordonnées permettant avec la coordonnée verticale de ce plan de déterminer la position absolue, dans l'espace, d'un point quelconque de l'objet.

Pour permettre les mesures de ces trois coordonnées, que pour plus de simplicité on a prises dans des plans rectangulaires, le stéréomètre primitif a dû être modifié légèrement. L'appareil primitif se déplace le long de deux règles parallèles et les deux potences portant les fils peuvent subir deux sortes de mouvements : un mouvement d'ensemble et un mouvement indépendant pour chacune d'elles.

L'exactitude de cette méthode de mesures des trois coordonnées rectangulaires d'un point quelconque de l'espace a été vérifiée expérimentalement de diverses manières.

VIII. — **Observations sur la théorie proposée par M. Parinaud pour expliquer la vision stéréoscopique et secondairement la vision binoculaire ordinaire.** (*Journal de physiologie et de pathologie générale*, page 573, 1901).

La vision stéréoscopique et la vision binoculaire normale ont été l'objet des recherches d'un grand nombre d'auteurs, et les explications, les interprétations qu'on en a données

sont aussi nombreuses que variées. Celles que l'on trouve dans les auteurs classiques sont manifestement insuffisantes et j'ai montré que pour arriver à une expression exacte de la vérité, il était nécessaire de combiner certaines données mathématiques concernant les perspectives accouplées et l'influence des facteurs physiologiques qui interviennent dans la vision binoculaire, l'accommodation et la convergence des deux yeux.

Récemment M. le D[r] Parinaud a proposé une explication purement physiologique, mais cette explication ne résiste pas à l'examen expérimental. M. Parinaud admet en effet que la vision stéréoscopique s'obtient par la superposition d'images subjectives, tandis qu'une expérience très simple, qui est décrite en détail dans cette brochure, montre que la superposition a lieu au moyen d'images réelles et que l'accommodation y joue un rôle important.

Cette expérience suffit pour prouver que la théorie de M. Parinaud repose sur des bases inexactes et qu'elle doit être rejetée. Il en est de même pour sa théorie de la vision binoculaire ordinaire.

Nota. — Ces recherches stéréoscopiques ont été faites en collaboration avec M. Ribaut, professeur agrégé de pharmacie à la Faculté de médecine et de pharmacie de Toulouse.

IX. — **Sur une nouvelle forme d'interrupteur à mercure avec moteur indépendant.** (*Archives d'Electricité médicale*, 15 juin 1899).

Dans l'emploi médical des grosses bobines d'induction, la partie la plus délicate du matériel, celle qui donne le moins de satisfaction est l'interrupteur du courant inducteur. Ce qui le montre bien, c'est qu'on a décrit un très grand nombre d'appareils de ce genre basés sur les prin-

cipes les plus divers. L'interrupteur décrit dans cette brochure présente simplement une solution pratique du problème. Il est assez robuste et assez rapide pour permettre les applications (radiographie, courants de haute fréquence, etc.), en médecine du courant électrique produit par les grosses bobines à induction. Depuis cette époque, l'interrupteur a été légèrement modifié. Il porte maintenant deux tiges métalliques mobiles et permet ainsi d'obtenir facilement les trente interruptions à la seconde qui sont nécessaires dans la plupart de ces applications.

CHIMIE

VIII. — **Sur les produits d'oxydation de l'acide cérotique par l'acide nitrique.** (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, août 1890).

Les produits d'oxydation des acides des graisses ont été étudiés par un grand nombre de chimistes, tandis que les acides gras à poids moléculaire plus élevé, que leur composition centésimale fait ranger à côté des précédents, n'ont jamais été examinés à ce point de vue, très important cependant puisqu'il permet de reconnaître que la structure moléculaire est la même dans les deux cas. J'ai choisi pour cette étude l'*acide cérotique* le mieux connu de ces acides et je l'ai oxydé d'abord par l'acide nitrique de densité 1,15 en chauffant au bain de sable pendant 48 beures.

Les produits d'oxydation obtenus sont extrêmement nombreux et il est impossible de rentrer dans la description détaillée de leur séparation, Je me contenterai de dire que dans la partie volatile, j'ai caractérisé l'*acide caproïque* $C^6H^{12}O^2$, l'*acide valérique*, $C^5H^{10}O^2$, l'*acide butyrique*, $C^4H^8O^2$ et l'*acide acétique* $C^2H^4O^2$. Dans la partie fixe soluble dans l'eau, l'*acide sébacique*, l'*acide succinique*, l'*acide subérique*, l'*acide pyro-tartrique* normal et enfin de l'*acide adipique*. Dans la partie fixe insoluble dans l'eau, l'*acide caprique* $C^{10}H^{20}O^2$, l'*acide caprylique*, l'*acide œnanthylique*.

En résumé, les expériences précédentes montrent que l'*acide cérotique*, bien qu'il diffère beaucoup, par ses propriétés, par son poids moléculaire élevé et par son origine, des acides qui forment les graisses animales et

végétales, se rattache nettement à ces derniers par sa constitution ; non seulement il fournit les mêmes produits d'oxydation, mais il engendre, en outre par sa destruction, ces acides eux-mêmes.

Pour contrôler ces résultats, j'ai effectué des oxydations au moyen du permanganate de potasse.

XI. — **Sur l'oxydation de l'acide cérotique par le Permanganate de Potasse.** (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, septembre 1890.)

Les expériences actuelles étaient destinées à vérifier si l'emploi d'un autre oxydant que l'acide nitrique ne modifierait pas la nature des produits d'oxydation obtenus. Le permaganate a été employé soit en liqueur acide, soit en liqueur alcaline.

En liqueur acide. — J'ai obtenu simplement les *acides subérique, sébacique, succinique* et *pyrotartrique,* c'est-à-dire uniquement des acides bibasiques.

En liqueur alcaline et en solution très étendue. — Les *acides acétique, butyrique, valérique, caproique, caprylique, caprique* et même les acides *laurique* et *myristique.*

En résumé, le permaganate de potasse a confirmé les résultats de l'acide nitrique et a permis même de se rapprocher de l'*acide cérotique* puisque les produits d'oxydation contiennent des acides dont la composition moléculaire est $C^{14}H^{28}O^{2}$.

XII.— **Sur la Préparation de l'Acide cérotique.** (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, octobre 1890).

Ce travail est une étude critique des procédés de préparation déjà indiqués par les auteurs et, comme conclusion de cette étude, l'adoption d'un procédé permettant de prépa-

rer de grandes quantités d'*acide cérotique*. Le produit ainsi obtenu contenait encore de l'*acide mélissique*, comme des expériences ultérieures m'ont permis de le constater, mais sa pureté était suffisante pour l'étude des produits d'oxydation dont les résultats ont été exposés ci-dessus.

XIII. — **Sur l'extraction des acides libres de la cire d'abeilles.**
(*Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, p. 428, 1894).

En me basant sur l'étude critique dont j'ai parlé dans la note précédente, et après de nombreux essais dans lesquels j'ai essayé de séparer l'acide mélissique mélangé à l'acide cérotique soit par des précipitations fractionnées en employant les différents acétates métalliques, soit par les cristallisations et dissolutions fractionnées de l'acide libre ou de ses éthers dans l'alcool ordinaire, dans l'alcool méthylique, dans l'éther de pétrole et dans l'éther ordinaire, j'ai pu arriver à préparer de grandes quantités d'acide cérotique et d'acide mélissique purs en traitant le mélange de ces deux acides, bien débarrassés de corps appartenant à d'autres séries organiques, par des dissolutions fractionnées dans l'alcool méthylique bouillant. Ce procédé employé méthodiquement a permis de montrer que le produit appelé jusqu'ici acide cérotique contenait 30 à 40 °/₀ d'acide mélissique homologue.

Ce n'est donc pas une espèce chimique, et sa formule ainsi que ses propriétés physiques doivent être changées.

XIV. — **Ethers glycériques des acides mélissique et cérotique.**
(*Bulletin de la Société Chimique de Paris*, p. 498, 1896).

Les acides cérotique et mélissique ont été toujours rencontrés dans la nature soit à l'état libre, soit à l'état de

4

combinaison avec les alcools monoatomiques. Au contraire, les homologues inférieurs et principalement les acides des graisses existent le plus souvent combinés à la glycérine, c'est-à-dire à un alcool polyatomique. Au point de vue de l'état naturel. les acides des cires se distinguent donc des acides des graisses. Comme toutes mes expériences tendaient à démontrer l'analogie complète des acides cérotique et mélissique avec les acides des graisses, j'ai été amené à préparer les éthers glycériques des deux acides que j'étudiais, afin de voir si cette différence d'état naturel était réellement d'ordre chimique, ou bien, ce qui paraissait plus probable, si elle était simplement la conséquence de conditions physiologiques différentes.

Pour que la démonstration fut complète, j'ai fait réagir directement les deux acides sur la glycérine, suivant la méthode synthétique appliquée par M. Berthelot aux homologues inférieurs et plus particulièrement aux arachides, ce qui nous dispense d'entrer dans les détails.

J'ai obtenu ainsi la *monocérotique*, la *dicérotine* et la *tricérotine*, et d'autre part la *monomélissine*, la *dimélissine* et la *trimélissine*. On peut donc conclure que les éthers glycériques des acides cérotique et mélissique peuvent être obtenus de la même manière et aussi facilement que ceux des acides gras inférieurs et particulièrement des acides des graisses. Ils possèdent des propriétés analogues et ce n'est pas par des raisons d'ordre chimique qu'on peut expliquer leur non existence à l'état naturel.

XV. — **Chlorures d'acides, amides, nitriles, des acides cérotique et mélissique** (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, p. 503, 1896).

Ce travail comprend une étude détaillée des six dérivés des acides cérotique et mélissique, la justification des formules adoptées pour chacun de ces corps et enfin l'exposé

des modifications que l'on a dû faire subir aux méthodes classiques de préparation pour les adapter à ces acides gras de poids moléculaire très élevés.

XVI. — **Sur l'oxydation des acides des graisses.** (*Journal de pharmacie et de chimie*, page 83, 1896).

On admet généralement la présence de l'acide valérique ordinaire parmi les produits d'oxydation des acides des graisses. Or, les autres volatils, *caprique, pélargonique, œnanthylique, caproïque, butyrique,* qui prennent naissance en même temps, sont tous des acides normaux. La production de l'acide valérique ordinaire par oxydation paraissait donc une anomalie, surtout en raison de la constitution normale des acides des graisses, et j'ai repris l'étude de l'*acide stéarique* commercial en me servant comme oxydant du permanganate de potasse en solution alcaline. Chaque oxydation a porté sur 125 grammes d'acide stéarique et 300 grammes de permanganate, et l'opération a été répétée vingt fois.

Dans les produits d'oxydation, j'ai pu caractériser l'*acide valérique normal* et montrer que c'est cet acide qui se forme et non isomère.

XVII. — **Sur les propriétés des acides cérotique et mélissique existant à l'état libre dans la cire d'abeilles.** (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, page 510, 1896).

Dans ce travail, j'ai décrit les propriétés physiques et la composition centésimale des acides cérotique et mélissique, de leurs éthers méthyliques et éthyliques et des sels de baryum, de magnésium et d'argent qui présentaient un intérêt particulier au point de vue de la détermination des poids moléculaires.

XVIII. — **Sur les formules des acides cérotique et mélissique.**
(Bulletin de la Société chimique de Paris, p. 565, 1896).

La détermination de ces formules était particulièrement difficile en raison des poids moléculaires très élevés des acides cérotique et mélissique qui font que les différences correspondant à deux acides homologues voisins ne dépassent pas le plus souvent les erreurs d'expérience. J'ai donc été obligé, pour cette détermination, de m'entourer de précautions très spéciales. Ces précautions étaient d'autant plus nécessaires que, pour l'acide cérotique surtout, il fallait modifier fortement les formules adoptées par les auteurs. Les preuves que j'ai réunies sont les suivantes :

1° *Analogies avec des corps de formules connues ;*

2° *Préparation des carbures saturés correspondants ;*

3° *Emploi de la loi de Baeyer sur les variations des points de fusion dans les séries organiques homologues ;*

4° *Etude approfondie de nombreux dérivés des acides cérotique et mélissique et de leur composition centésimale :*

Cet ensemble de preuves m'a permis de donner à l'*acide cérotique* la formule $C^{25}H^{50}O^{2}$ et à l'*acide mélissique* $C^{30}H^{60}O^{2}$, différentes de celles qui étaient adoptées jusqu'à aujourd'hui.

XIX. — **Dérivés bromés des acides cérotique et mélissique.**
(Bulletin de la Société chimique de Paris, p. 569, 1896).

Description détaillée des dérivés monobromés et bibromés des acides cérotique et mélissique et de leurs éthers. Les acides bibromés ont pu être obtenus par simple substi-

tution tandis que jusqu'ici on ne les avait obtenus que par addition en partant des acides incomplets correspondants sauf cependant pour certains termes très inférieurs de la série.

XX. — **Acides alcools et acides amines dérivés des acides cérotique et mélissique.** (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, p. 576, 1896).

Je n'entrerai pas non plus dans les détails de ce travail, qui comprend une étude technique approfondie des acides alcools, des éthers correspondants, des sels de ces acides et des modifications qu'ils subissent sous l'action de la chaleur, car cet exposé m'entraînerait trop loin. Il en est de même des acides amines, je me contenterai de dire, ce qui est une particularité intéressante, que la substitution se produit dans la molécule dans le voisinage de la fonction acide.

XXI. — **Dérivés cyané, amidé et bibasique de l'acide cérotique** (*Bulletin de la Société Chimique de Paris*, p. 583, 1896.)

Il s'agit encore d'une étuda technique qu'il est difficile de résumer. Elle était destinée à confirmer les formules adoptées plus haut et en outre à montrer que les substitutions se produisent dans le voisinage de la fonction acide.

XXII. — **Comparaison entre les dérivés des acides des cires et les dérivés des acides des graisses.** (*Journal de pharmacie et de chimie*, p. 534, 1896.)

La comparaison entre les dérivés fournis par les acides cérotique et mélissique et par les acides des graisses vient

confirmer la conclusion tirée de l'étude des produits d'oxydation, que ces deux acides extraits des cires, possèdent la même constitution, et par suite sont les vrais homologues des acides palmitique, stéarique, etc., extraits des graisses.

En effet :

1° Les mêmes méthodes de préparation sont applicables aux acides des deux origines. Je n'ai jamais remarqué de différence sensible même avec l'acide mélissique ;

2° La variation des propriétés physiques est bien en rapport avec l'augmentation du poids moléculaire.

Les deux propriétés physiques les plus comparables parmi celles que j'ai étudiées sont la solubilité et le point de fusion.

La variation de la solubilité paraît des plus régulières et tout à fait en rapport avec le poids moléculaire.

Quant aux points de fusion, ils fournissent les mêmes conclusions, ainsi que le montre le tableau comparatif annexé au mémoire.

Nota. — Ces recherches de chimie ont été commencées au laboratoire des hautes études de l'Ecole supérieure de pharmacie de Paris, dirigé par M. le Professeur Jungfleisch. Elles ont été terminées à la Faculté de médecine et de pharmacie de Toulouse et présentées à la Sorbonne comme thèses de chimie pour le doctorat ès-sciences physiques.

Applications des agents physiques à la Clinique

ELECTRODIAGNOSTIC et ELECTROTHÉRAPIE

XXIII. — **Sur la contractilité des muscles après la mort.** (*Comptes-Rendus de la Société de Biologie*, 2 juin 1899).

Dans ces expériences, nous avons eu pour but :

1° De rechercher comment varie la contractilité des muscles au fur et à mesure qu'on s'éloigne du moment de la mort ;

2° De rechercher quelle était l'influence de la maladie, à laquelle le malade avait succombé, sur les variations de la contractilité électrique ;

3° De comparer les réactions électriques après la mort à celles qui se manifestent sur le vivant atteint de la même maladie.

La résistance de la peau devenant rapidement très grande et presque infinie huit heures après la mort, lorsque le corps est encore chaud et les membres non contracturés, nous avons opéré sur les muscles mis à nu.

Le mémoire donne les résultats de nombreuses expériences faites dans les conditions indiquées plus haut et les modifications de l'excitabilité qui en résultent.

XXIV. — **Sur les réactions électriques des muscles et des nerfs après la mort.** (*Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences*, septembre 1899).

En dehors des résultats mentionnés dans la précédente note au sujet de la contractilité des muscles après la mort et que des nouvelles expériences avaient complétés et précisés, nous avons, dans la note actuelle, étudié plus particulièrement les modifications de l'excitabilité dans le voisinage de la mort. Nous nous sommes attaché à résoudre les deux questions suivantes :

1° A quel moment précis, avant ou après la mort, disparaît l'excitabilité des nerfs ;

2° Quelles sont les réactions électriques des nerfs avant cette disparition.

Nous avons constaté que l'excitabilité faradique reste constante jusqu'à 30 minutes après la mort. A ce moment, elle paraît subir une légère augmentation, puis elle diminue régulièrement et, une heure après, toute excitabilité a disparu.

L'excitabilité galvanique reste normale jusqu'à une demi-heure après la mort. A partir de ce moment, l'excitabilité diminue régulièrement sans anomalie qualitative et, une heure après, toute réaction a disparu avec un courant de 12 mA.

Conclusion. — Les réactions électriques des muscles et des nerfs commencent à se modifier une demi-heure après la mort. Les modifications qualitatives et quantitatives s'accentuent de plus en plus et une heure après ces modifications paraissent analogues à celles que l'on observe sous le nom de R D complète.

L'excitabilité musculaire disparaît plus ou moins vite suivant le malade et probablement suivant la nature de la maladie.

XXV. — **Nouvelle disposition de condensateur permettant de régler facilement les décharges dans la franklinisation ordinaire et la franklinisation hertzienne.** (*Archives d'électricité médicale*, 15 novembre 1900.)

Les machines statiques sont employées maintenant de deux manières différentes :

a) Sous la forme ancienne de décharges directes du circuit primaire (médiates ou immédiates), depuis l'effluve jusqu'à l'étincelle, cette dernière étant rendue plus ou moins énergique par l'emploi de conducteurs de surface variable ou de condensateurs;

b) Sous la forme plus moderne de décharges du circuit secondaire que l'on désigne sous le nom de courants statiques induits, de courants de Morton ou de franklinisation hertzienne, suivant les auteurs. Il n'existait pas d'appareil permettant de régler facilement l'énergie des décharges en quantité et en tension. Pour la franklinisation ordinaire, on se servait de surfaces métalliques d'étendue variable et on modifiait ensuite la décharge au moyen d'électrodes appropriées. Pour les courants de Morton, on faisait varier le nombre des étincelles de l'éclateur dans l'unité de temps en faisant varier la vitesse de la machine ou bien on employait un rhéostat.

Grâce au condensateur de capacité variable, décrit dans cette brochure, on peut modifier les deux sortes de décharge de manière à passer progressivement d'une action tout à fait insensible à une action extrêmement énergique, cette énergie étant, bien entendu, liée à la puissance de la machine.

Nota. — Les trois notes précédentes ont été faites en collaboration avec M. Cluzet, professeur agrégé de physique.

XXVI. — **Nouvelle extension des courants de haute fréquence en thérapeutique.** (*Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Toulouse*, mai 1901.)

Parmi les nombreuses applications que l'on fait maintenant des courants de haute fréquence en thérapeutique, j'ai étudié plus particulièrement dans cette note leur emploi pour la contraction musculaire. L'avantage de cette forme de courants électriques résulte de ce que, à énergie de mouvement égale, la sensation pour le malade est beaucoup moins douloureuse que pour les autres formes de courants.

Les courants de haute fréquence sont donc tout naturellement indiqués toutes les fois que les malades sont très impressionnables et que l'on veut produire des contractions musculaires extrêmement énergiques. Pour les produire, on doit interrompre le courant de haute fréquence provenant du résonnateur. J'ai fait construire pour cela un petit appareil qui est décrit dans le Mémoire et qui permet de faire varier à volonté la longueur de l'étincelle de décharge et, par conséquent, l'énergie de l'action du courant.

J'applique plus particulièrement ce mode de traitement électrique aux impotences fonctionnelles qui succèdent au rhumatisme chronique ou aux névralgies sciatiques, et cela avec le plus grand succès.

XXVII. — **Diagnostic et traitement électrique des Myopathies.** En collaboration avec M. Sorel. (*Congrès de médecine de Toulouse*, avril 1902).

Aprés une étude générale succincte des myopathies primitives, les auteurs rappellent le peu de précision de leur examen électrique qui ne permet pas de les distin-

guer d'un grand nombre d'amyotrophies beaucoup moins graves qui guérissent facilement par un traitement électrique approprié. En se basant sur une dizaine de cas de myopathies qu'ils ont examinés ou traités, pendant un temps très long, par les diverses formes de courants électriques, ils concluent que le traitement électrique ne leur a jamais donné de résultat appréciable; qu'il peut même aggraver la maladie lorsqu'il produit un travail musculaire énergique et que, par conséquent, il est nécessaire de distinguer soigneusement ces myopathies primitives des amyotrophies réflexes qui guérissent très facilement par le treitement électrique.

OZONE

XXVIII. — **Traitement de la Coqueluche par l'oxygène ozonisé.** (*Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Toulouse*, mai 1902).

Le traitement de la coqueluche par l'ozone plus ou moins dilué dans un gaz inerte a été fréquemment employé dans ces dernières années, principalement par le Dr Labbé. Malheureusement, la plupart du temps, le proportion d'ozone était trop feible et l'effet thérapeutique tout à fait insuffisant. Me basant sur les expériences physiologiques du Dr Bordier, de Lyon, je me suis servi, pour produire l'ozone, des courants de haute fréquence, qui permettent, plus facilement que les autres formes de courant électrique, la décharge en effluve qui est la condition nécessaire d'un bon rendement en ozone, ainsi que l'a montré M. Berthelot. D'autre part, pour éviter sûrement le danger de le produc-

tion de vapeurs nitreuses, j'ai produit ces décharges électriques insensibles dans de l'oxygène pur que le commerce fournit maintenant à bon marché. Les résultats obtenus dans le traitement de la coqueluche par l'oxygène ozonisé sont des plus intéressants, étant donné surtout le peu d'efficacité des moyens ordinairement employés. En me basant sur cinq observations de coqueluches graves que j'ai relevées, j'ai pu établir les conclusions suivantes :

1° Le traitement par l'oxygène ozonisé a eu une influence immédiate et très favorable sur l'état général, les vomissements et la durée des quintes;

2° Dans aucun cas, il ne s'est produit de complication pulmonaire, bien que les quatre derniers malades soient sortis par tous les temps et que leur maladie fut sérieuse. Le fait mérite d'autant plus d'être noté, que certains avaient eu précédemment de nombreuses atteintes de bronchite et paraissaient particulièrement prédisposés;

3° Dans tous les cas, j'ai obtenu, en quelques jours, quatre à cinq en moyenne, une diminution de moitié du nombre des quintes; mais ensuite la diminution a été plus lente, quoique régulière. La durée totale de la coqueluche m'a paru nettement influencée par le contact d'autres malades à des périodes moins avancées de la maladie;

4° L'action de l'ozone dans la période précédant l'apparition des quintes a paru nulle; dans deux cas traités, celles-ci sont toujours apparues malgré le traitement et avec la même intensité que chez les autres malades.

RAYONS X

XXIX. — **Premiers résultats électrothérapiques et radiographiques obtenus à l'Hôtel-Dieu de Toulouse.** (*Archives médicales*, novembre 1897).

Dans cette étude, j'ai donné les résultats des examens électrique et radiographique des 120 premiers malades qui se sont présentés au service d'électrothérapie et de radiographie de l'Hôtel-Dieu de Toulouse, récemment organisé. En outre, dans des tableaux, j'ai mentionné le résultat du traitement électrique pour 72 de ces malades.

Cette statistique sur le fonctionnement de ce nouveau service justifiait sa création, car ces 120 malades correspondaient à une période de quatre mois dans laquelle étaient comprises les grandes vacances.

XXX. — **Remarques sur 200 applications de Rayons X à la pathologie.** (*Archives médicales de Toulouse*, 1898.)

Bien que cette brochure date de l'année 1898, c'est-à-dire d'une époque relativement voisine de la découverte des rayons X, j'ai préféré, au lieu de faire des publications pour chaque cas particulier d'examen radiographique ou radioscopique, faire une revue d'ensemble dans laquelle les cas analogues étaient rapprochés les uns des autres. Cette méthode était beaucoup plus rationnelle et permettait des conclusions beaucoup plus précises sur l'emploi des rayons X dans diverses maladies.

Après des considérations générales sur les avantages respectifs de la radiographie et de la radioscopie, j'ai passé en revue successivement, en me basant sur des examens faits à l'Hôtel-Dieu de Toulouse :

1° La recherche des corps étrangers (balle dans la tête, balles dans les membres, aiguilles brisées dans la main, l'avant-bras, le pied, corps étrangers du tube digestif, séquestres) ;

2° Les luxations en insistant sur les avantages de la radioscopie pour ce cas particulier ;

3° Les nombreux cas de fractures que j'ai eu l'occasion d'examiner ;

4° Les altérations tuberculeuses, en particulier celles des os (mal de Pott, coxalgie tuberculeuse, synovite fougueuse, ostéite, etc.) ;

5° Les arthropathies tabétiques.

6° Une étude très étendue des déformations osseuses chez les rachitiques ;

7° Et enfin la description d'un grand nombre de cas particuliers dont il n'est pas possible de faire même l'énumération.

XXXI. — **Pelvimétrie radiographique.** (En collaboration avec M. Cluzet, *Archives d'électricité médicale*, p. 66, 1900).

La pelvimétrie radiographique a pour but l'obtention de l'image exacte du détroit supérieur. Quand on radiographie le bassin suivant la méthode ordinaire, qui consiste à placer une plaque photographique en contact avec le sacrum, le tube producteur de rayons X étant placé sur la partie antérieure du corps à 30 centimètres au moins de la paroi abdominale, on obtient une image déformée de ce détroit supérieur. Cette déformation est due surtout à ce que le plan du détroit supérieur forme un angle de grandeur variable avec le plan de la plaque photographique. Un grand nombre de méthodes ont été imaginées pour corriger cette déformation. Celle que nous avons imaginée consiste dans l'emploi d'un cadre rectangulaire dans lequel sont incrustés des clous de 3 centimètres de longueur pla-

cés parallèlement entre eux à une distance de 1 centimètre. Le cadre est placé dans le plan du bassin et radiographié en même temps que celui-ci, ce qui permet de corriger les déformations résultant de l'inclinaison sur le plan de la plaque.

Cette méthode a été appliquée à plusieurs cas de bassins rachitiques déformés et les résultats ont été tout à fait satisfaisants.

XXXII. — **Radiographie stéréoscopique de précision.**
HISTORIQUE, THÉORIE, TECHNIQUE EXPÉRIMENTALE, APPLICATIONS MÉDICALES
(*Annales d'électro biologie*, p. 743 à 774, 1899, et p. 77 à 86, 1901).

Ces deux publications, d'une longueur totale de 40 pages, représentent une étude générale de la radiographie stéréoscopique de précision telle qu'elle a été établie en partant des études de stéréoscopie que j'ai faites avec mon collaborateur M. Ribaut.

La radiographie stéréoscopique présente des avantages considérables sur la radiographie simple et son seul inconvénient d'exiger deux poses et par suite l'usure de deux plaques photographiques est absolument négligeable par rapport à ces avantages. Les divers plans qui composent l'objet se séparent les uns des autres, les déformations qui résultent de la forme conique des rayons émis par les tubes à rayons X et le peu de distance du tube à l'objet disparaissent complètement lorsqu'on suit exactement les indications que nous avons données. Les diverses ombres accumulées sur la même plaque photographique se séparent les unes des autres lors de l'examen au stéréoscope et on peut ainsi étudier et mettre en évidence un grand nombre de détails qui auraient échappé sans cela. Un autre avantage au moins aussi grand, c'est que l'emploi de la radiographie stéréoscopique évite les erreurs si faciles dans l'interprétation des clichés radiographiques.

La solution que nous avons donnée est absolument générale et applicable dans tous les cas, quelles que soient l'épaisseur de l'objet radiographié et la distance du tube à l'objet. En outre, le tableau qui donne les écartements qu'on doit employer dans les deux poses permet d'obtenir un relief aussi grand que possible, tout en conservant à l'objet reconstitué dans la vision au stéréoscope une forme exactement semblable à celle de l'objet radiographié.

Le cas particulier de l'écartement égal à la moyenne de la distance des deux yeux est trop rarement applicable à la radiographie pour qu'on puisse s'en contenter. Il est préférable à tous les points de vue d'adopter la solution générale qui est représentée par la formule :

$$\Delta \text{ max.} = \frac{D(D+P)}{50P}$$

Ces deux brochures donnent les indications les plus précises sur la manière dont on doit obtenir les épreuves stéréoscopiques, sur la manière dont on doit les examiner au stéréoscope. Il est impossible d'entrer ici dans des détails à ce sujet. Ce qui est certain, c'est que, dans les quelques centaines de clichés que j'ai obtenus en employant cette méthode, je n'ai jamais éprouvé la moindre difficulté de reconstitution, ni la moindre anomalie de forme lors d'un examen au stéréoscope.

D'ailleurs les chiffres contenus dans le tableau général ont été soumis à des vérifications expérimentales précises, et nous avons constaté qu'un écart soit en moins, soit en plus entraînait des difficultés de reconstitution ou des modifications du relief.

J'ai signalé, en parlant des études physiques de stéréoscopie, l'avantage qu'il y avait à remplacer l'appréciation visuelle des distances par des mesures stéréométriques. Les deux formes du stéréomètre que nous avons adoptées et qui sont applicables à toutes les épreuves stéroscopiques, le sont plus particulièrement pour les épreuves de radiographie stéréoscopique. On peut donc connaître la position

des divers points d'un objet radiographié avec une exactitude bien supérieure à celle des besoins de la clinique. Ce qui fait la supériorité de la stéréométrie sur les méthodes géométriques, c'est que celles-ci ne sont guère applicables qu'à la recherche des corps étrangers tandis que grâce à la stéréoscopie qui permet de redonner aux diverses parties de l'objet la position exacte qu'elles occupaient dans l'espace, on peut connaître la distance qui sépare deux points quelconques de l'objet radiographié. Une autre supériorité très importante de la stéréométrie sur les méthodes géométriques de mesures, c'est qu'elle est applicable aux ombres même mal délimitées sur une seule épreuve, c'est-à-dire dans des cas où les méthodes géométriques sont tout à fait insuffisantes. Pour toutes ces raisons, la radiographie stéréoscopique complétée par la stéréométrie est destinée à être employée couramment dans les applications de rayons X.

XXXIII. — **Rapport sur la radiographie et la radioscopie stéréoscopiques.** (*Congrès de l'Association française pour l'avancedes sciences*, septembre 1899).

XXXIV. — **Rapport sur les progrès de la radiographie et de la radioscopie stéréoscopiques.** (*Congrès de l'Association françaises pour l'avancement des sciences*. Paris, 7 août 1900).

XXXV. — **Technique et applications médicales de la radiographie stéréoscopique.** (*Congrès des Sociétés savantes*, Toulouse 1899).

Dans ces trois communications, on retrouve les points généraux de la radiographie stéréoscopique avec des modifiations, relativement de peu d'importance, sur lesquelles il est inutile d'insister.

XXXVI. — **Applications chirurgicales de la radiographie stéréoscopique de précision.** (*Archives provinciales de chirurgie*, janvier 1898).

Dans cette communication, faite en collaboration de M. le Dr Jeannel, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Toulouse, nous avons passé en revue les nombreuses applications qu'on peut faire de la radiographie stéréoscopique en chirurgie et insisté surtout sur la suppression facile des erreurs d'interprétation des clichés, qui sont un danger lorsqu'on se sert d'épreuves radiographiques simples. Pour bien fixer les idées, nous avons choisi un exemple, celui d'une luxation de l'astragale qui n'avait pas pu être diagnostiquée par les procédés cliniques ordinaires. Les deux radiographies examinées isolément ne permettaient aucune conclusion précise, tandis qu'à l'examen simultané des deux épreuves au stéréoscope, on a pu reconnaître la luxation de l'astragale qui avait basculé de haut en bas sur la face interne du pied entraînant dans son mouvement le scaphoïde dont la capsule articulaire reposait sur la face supérieure de la tête et sur le col de l'astragale.

XXXVII. — **Applications médicales de la radiographie stéréoscopique de précision.** (*Archives d'électricité médicale*, 15 août 1897).

XXXVIII. — **Avantages de la radiographie stéréoscopique sur la radiographie ordinaire pour le diagnostic des maladies du thorax et de l'abdomen.** (*Archives d'électricité médicale*, 15 juin 1899).

Dans ces deux brochures, j'ai passé en revue les principaux cas dans lesquels on doit utiliser la radiographie stéréoscopique, en raison des avantages pratiques qu'elle

présente : distinction d'un plus grand nombre de détails sur les épreuves, dangers moindres d'interprétations erronées. Les avantages de la radiographie stéréoscopique sont ici au moins aussi grands que pour les applications chirurgicales, car le diagnostic est souvent plus difficile, et par suite la nécessité de s'entourer du plus grand nombre de renseignements précis plus nécessaire encore qu'en chirurgie.

XXXIX. — **Sur quelques points des applications médicales des rayons X.** (Communication à l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, mai 1898).

Etude expérimentale sur le degré de finesse des clichés à rayons X obtenus surtout avec les préparations anatomiques qui donnent le plus de netteté. En agrandissant quatre fois en diamètre certains de ces clichés, j'ai pu mettre en évidence des détails qui n'étaient pas visibles sur le cliché primitif (circulation capillaire, distinction entre le tissu musculaire et le tissu nerveux, travées osseuses, etc.). Avec les préparations anatomiques, on peut donc dépasser la limite de visibilité à l'œil nu. Dans les applications cliniques, on ne peut pas atteindre une pareille finesse, car l'immobilité n'est que relative. Les poses doivent être plus courtes, le courant électrique plus puissant, et on ne peut pas employer les tubes à anticathodes de quelques millimètres de diamètre qui seules donnent de si beaux résultats en anatomie.

XL. — **Application à la radiographie des évaluations des distances au moyen de la superposition de deux couples stéréoscopiques.** (*Archives de Physiologie*, octobre 1898).

Dans cet article, j'ai cherché, avec M. Ribaut, à appliquer à la radiographie les principes généraux de la super-

position de deux couples stéréoscopiques qui ont été exposés plus haut. Après quelques considérations générales sur la méthode, on décrit l'appareil de mesure, constitué par cinq couches de fils rectangulaires espacés de un centimètre. On explique, en même temps, la difficulté de l'examen, surtout pour les fils perpendiculaires à la ligne des yeux, et les raisons pour lesquelles on a remplacé cet appareil de mesures par les deux stéréomètres, suivant qu'on veut mesurer une seule coordonnée ou les trois coordonnées rectangulaires d'un point.

XLI. — **Application de la radiographie à l'étude des vaisseaux lymphatiques.** (En collaboration avec M. Cavalié, prosecteur à la Faculté. *Archives médicales de Toulouse*, p. 232, 1900).

L'étude des lymphatiques est entourée de nombreuses difficultés qui, pour être surmontées, nécessitent une laborieuse patience.

Il n'est déjà pas aisé d'obtenir une injection convenable, soit à l'aide du mercure, soit au moyen d'un liquide coloré.

La dissection des pièces est excessivement minutieuse, surtout si on a affaire à des réseaux lymphatiques profonds, intra-hépatiques ou intra-musculaires, par exemple.

Le succès est rarement au bout de ce travail. Comment, en effet, disséquer un réseau superficiel ou profond sans être exposé, à chaque instant, à ouvrir, à déchirer un ramuscule, par où va s'échapper le liquide injecté.

Par la dissection, d'ailleurs, et encore bien moins sur les pièces desséchées, on ne peut pas mettre en évidence la superposition exacte des réseaux, leurs rapports en profondeur, et les anastomoses qui les relient entre eux.

Enfin, un grand nombre de pièces de collections se vident de la matière injectée et finissent par devenir hors d'usage.

Tous ces inconvénients sont supprimés lorsqu'on se

sert de la radiographie stéréoscopique, qui permet de connaître les rapports des divers lymphatiques d'une manière précise sans toucher à la pièce préparée, et permet de conserver indéfiniment le résultat de cet examen.

Nota. — Ces recherches de radiographie, et plus particulièrement de radiographie stéréoscopique, ont été récompensées, en 1897, par un des prix Monthyon de médecine et de chirurgie, à l'Académie des sciences de Paris.

LUMIÈRE

XLII. — **Technique des applications médicales de la Lumière électrique.** (*Archives d'Electricité médicale*, 15 novembre 1901).

Dans cette longue brochure, j'ai envisagé la question des applications médicales de la lumière électrique au point de vue tout à fait général.

Après avoir montré la nécessité d'appareils de mesures analogues à ceux qui dans ces vingt dernières années ont révolutionné l'électrothérapie, j'ai étudié d'une manière systématique les moyens de production de la lumière électrique, et passé successivement en revue les lampes à arc, les lampes à incadescence, la lumière électrique sans chaleur et les rayons chimiques émis par une pointe électrisée. Cette étude était motivée par ce fait que, dans ces dernières années, on a fait un très grand nombre de publications médicales dans lesquelles on attribue aux lumières électriques produites par ces divers appareils des propriétés thérapeutiques qui sont en contradiction absolue

avec les données physiques précises que nous possédons sur eux.

Pour faciliter l'emploi des radiations émises par les diverses sources de lumière électrique, j'ai étudié ensuite comment et dans quelles proportions ces radiations sont absorbées par les divers milieux qu'elles traversent. Il est en effet indiscutable que l'action des radiations sur les divers milieux est liée étroitement à la nature et à l'intensité des radiations absorbées.

Enfin, dans la troisième partie, j'ai passé en revue les diverses méthodes que l'on peut employer pour mesurer l'intensité des diverses radiations. C'est une question tout à fait neuve et les applications photothérapiques ne pourront se faire en toute sécurité que lorsqu'elle aura été résolue d'une manière complète. Certaines de ces méthodes sont trop délicates pour pouvoir être employées couramment en clinique, d'autres, au contraire, telles que les piles thermo-électriques et le bolomètre pour les rayons calorifiques, les photomètres ordinaires pour les rayons lumineux proprement dits et enfin les phénomènes de fluorescence pour les radiations chimiques peuvent être employés avec la plus grande facilité.

XXIII. — **Quelques remarques pratiques sur l'emploi de l'arc électrique en photothérapie.** (*Archives d'Electricité médicale*, 15 juin 1902).

Comme son titre l'indique, j'ai exposé dans cet article un certain nombre d'expériences que j'ai faites pour obtenir un rendement aussi grand que possible des radiations chimiques émises par l'arc électrique. J'ai étudié successivement et comparativement l'influence des diverses électrodes, l'influence de la nature et de l'épaisseur de la couche d'eau placée entre l'arc et le malade, le meilleur moyen de produire une compression des tissus cutanés. Ces diver-

ses questions, et surtout la dernière, sont extrêmement importantes. En effet, la plupart du temps, la compression est produite, soit par l'opérateur, soit par le malade. J'ai constaté que ces deux procédés causaient toujours des mécomptes et j'ai indiqué un procédé qui permet de faire une compression régulière de puissance variable et parfaitement connue à chaque instant, suivant le degré de pénétration des radiations chimiques que l'on veut obtenir.

XLIV. — **Nouvelle disposition de lampe à arc pour la photothérapie.** *(Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, 7 août 1902).

Cette nouvelle lampe à arc est le résultat des études exposées dans les deux précédentes brochures. L'appareil est suspendu, ce qui permet de l'appliquer facilement sur n'importe quel point du corps malade et de l'y fixer solidement. La compression, qui a une importance capitale dans la méthode de Finsen, est réalisée au moyen de quatre bandes élastiques indépendantes, fixées d'une part par des crochets sur l'appareil et, d'autre part, par l'intermédiaire de poulies aux quatre coins d'un coussin sur lequel repose la tête du malade. L'axe des poulies présente quatre dents qui pénètrent successivement dans une encoche de la monture, de sorte que la tension des bandes élastiques se fait par quart de tour. En comprimant ainsi progressivement la région traitée, on peut réaliser une compression beaucoup plus énergique que par les autres moyens, car la compression, qui entraîne l'anémie des tissus, entraîne également un certain degré d'anesthésie qui s'accroît au fur et à mesure que la compression augmente. L'appareil se compose d'une paroi en cuivre, plane, présentant au centre une ouverture de 1 centimètre de profondeur, qui porte une lame de quartz. Sur cette partie fixe viennent se

visser une série de montures présentant des lames de quartz de formes et de dimensions variées, qui permettent d'employer l'appareil pour tous les cas possibles de lupus et de passer d'un cas particulier à l'autre avec la plus grande facilité.

L'arc en lui-même se compose de deux charbons placés rectangulairement et glissant dans des tubes de cuivre formant coulisse. L'arc employé prend 13 à 15 ampéres sous 60 volts au moins et l'application dure une demi-haure. Les arcs de cette puissance fatiguent rapidement les mécanismes, aussi l'auteur a-t-il préféré faire le déplacement à la main.

Pour cela, on a placé sur le trajet des charbons des radiateurs formés de lames métalliques percées de trous et terminées par de nombreuses pointes qui refroidissent si énergiquement les charbons que ceux-ci sont toujours très facilement maniables, même à la fin de leur service.

Le courant est amené aux charbons par des bagues métalliques qui assurent un très bon contact.

Cet appareil a déjà été employé pour le traitement d'une quinzaine de cas de lupus vulgaire et érythémateux dont quelques-uns particulièrement graves. Dans tous les cas, sans exception, il a obtenu des réactions profondes, très énergiques et une amélioration toujours rapide.

THÈSES

1° **Recherches sur le pouvoir rotatoire de la caséine en solutions salines neutres.** Thèse pour le doctorat en médecine, Toulouse, 1893.

2° **Mesures des densités et indices de réfraction des acides palmitique, cérotique et bromo-cérotique.** Thèse de physique pour le doctorat ès-sciences, Paris, 1895.

3° **Recherches sur les acides cérotique et mélissique.** Thèse de chimie pour le doctorat ès-sciences physiques, Paris, 1895.

PUBLICATIONS DIVERSES

Traité de radiologie, publié sous la direction de M. Bouchard (sous presse), 3 chapitres :

a. Radiographie stéréoscopique. (En collaboration avec M. Ribaut).

b. Radioscopie stéréoscopique.

c. Corps étrangers. (En collaboration avec M. Cluzet).

Organisation, à l'Hôtel-Dieu de Toulouse, de l'enseignement de physique appliquée au diagnostic et à la thérapeutique. (Toulouse 1899, *Archives d'électricité médicale*, novembre 1899).

Etat du service de physique appliquée au diagnostic et à la thérapeutique. (*Archives d'électricité médicale*, décembre 1901).

Electrothérapie. — Radiographie. — Mécanothérapie. — Faits électrothérapiques. (*Archives médicales de Toulouse,* 15 mars, 15 juin, 15 août, 15 octobre 1900).

Photothérapie. — Action de la chaleur par l'intermédiaire de l'air sec. — Appareils de mobilisation employés en mécanothérapie. (*Archives médicales de Toulouse*, 15 février, 15 juin, 15 octobre 1901).

Bains de lumière produits par les lampes à incandescence. — Accidents produits par les rayons X. (*Archives médicales de Toulouse*, 15 juin, 1er novembre 1902).

Quelques applications actuelles des rayons X. (Société de Pharmacie du Sud-Ouest, 1899).

Un cas d'hémiplégie chez l'enfant. En collaboration avec M. Bézy. (Congrès de neurologie, Toulouse, août 1899).

TABLE DES MATIÈRES

Titre et Fonctions		3
Enseignement		5
Travaux Scientifiques :		
Physique biologique et Physique générale		7
Chimie		23
Applications des agents physiques à la clinique	Électricité	31
	Ozone	35
	Rayons X	37
	Lumière	45
Thèses		49
Publications diverses		49